

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

**Fakulta strojní**

Katedra výrobních strojů a konstruování

**Technická diagnostika dopravních pásů a jejich příslušných  
zařízení.**

**Technical Diagnostics of Conveyor Belts and Accessories**



Student:

Bc. David Czyž

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Blata Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Czyž**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství  
Specializace: 72 Technická diagnostika, opravy a udržování  
Téma: **Technická diagnostika dopravních pásů a jejich příslušných zařízení**  
**Technical Diagnostics of Conveyor Belts and Accessories**

Zásady pro vypracování:

V rámci diplomové práce se zabývejte možnostmi diagnostických měření na dopravních pásech. Pro měření použijte vhodné metody technické diagnostiky, např. vibrodiagnostiku, termodiagnostiku případně jiné metody technické diagnostiky. Proved'te provozní měření, získaná data analyzujte a proved'te jejich vyhodnocení.

V rámci zadání zpracujte:

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Ideově technický návrh řešení dané problematiky.
3. Zpracujte aplikaci na daný objekt.
4. Proved'te potřebná měření.
5. Proved'te konkrétní provozní vyhodnocení.



Podrobnější specifikaci zadání nebo jeho úpravy provede vedoucí práce.

## Seznam doporučené odborné literatury:

JENČÍK, J. – VOLF, J. A KOL.: *Technická měření*. ČVUT v Praze 2003, 212 s., ISBN 80-01-02138-6

HELEBRANT, F. – ZIEGLER, J.: *Technická diagnostika a spolehlivost II – Vibrodiagnostika*. VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2004, 1. vydání, 178 s., ISBN 80 – 248 – 0650 – 9.

KOPÁČEK, J. *Technická diagnostika hydraulických mechanismů*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990. 159 s. ISBN 80-03-00308-3.

TŮMA, J.: *Zpracování signálů získaných z mechanických systémů užitím FFT*. Sdělovací technika Praha 1997, 174 s., ISBN 80-901936-1-7.

KREIDL, M., ŠMÍD, R. *Technická diagnostika*. BEN – technická literatura, Praha 2006, 1.vydání, 408s. , ISBN 80-7300-157-6

Podkladové materiály - ADASH s.r.o., Brüel Kjaer, SKF Ložiska a.s.

ČSN ISO 10 816 *Vibrace-Hodnocení vibrací strojů na základě měření na nerotujících částech*. Praha: Český normalizační institut. 1998.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007.48 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Blata, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18.5.2015



Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon Č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití školního a §60 - školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě diplomové práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- было сдѣнано, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- было сдѣнано, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souladem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO, na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 11/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18.5.2015

David Czyž

Adresa trvalého pobytu:

Bukovecká 81

739 91 Jablunkov

Okr. Frýdek – Místek

## **Anotace diplomové práce**

CZYŽ, D. Technická diagnostika dopravních pásů a jejich příslušných zařízení. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2015, 54s. Diplomová práce, vedoucí práce: Ing. Blata Jan Ph.D.

Tématem diplomové práce je: Technická diagnostika dopravních pásů a jejich příslušných zařízení. Měření a vyhodnocení je prováděno pod vedením firmy Slévárny Třinec, a.s. a zabývá se hledáním teplotních abnormalit na pásových dopravnících a příslušných zařízeních. Teoretická část se zabývá stručným vysvětlením diagnostiky a termodiagnostiky a také popisem použité termokamery. Rovněž jsou zde popsány hlavní části zařízení, na kterých bylo prováděno měření. V praktické části se práce zabývá měřením a následným vyhodnocením teplot na daných objektech. Výsledkem diplomové práce je popis a výpočet možných přínosů této diagnostiky pro firmu.

## **Anotation of master thesis**

CZYŽ, D. Technical diagnostics of conveyor belts and accessories. Ostrava: VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Construction, 2015, 54p. Master thesis, Thesis head: Ing. Blata Jan Ph.D.

The main topic of master thesis is: Technical Diagnostic of conveyor belts and accessories. Measurement and evaluation is carried out under the company Slévárny Třinec, a.s. and deals with searching for temperature abnormalities on conveyor belts and accessories. Theoretical part describes diagnostic's and thermodiagnostic's principles and contains a description of the thermal imaging camera. The main parts of used devices are characterized here as well. In practical part measurement and evaluation of measured temperatures is stated. The result of the master thesis is a description and a list of possible benefits of this diagnostics for the company.

## Obsah

Anotace diplomové práce .....	6
Obsah .....	7
Úvod.....	9
1. SLÉVÁRNÝ TRINEC a.s.....	10
2. TERMODIAGNOSTIKA.....	12
2.1. Základní definice diagnostiky .....	12
2.2. Teplota a teploměry .....	12
2.3. Termovizní měření .....	13
2.3.1. Termovize v energetice .....	13
2.3.2. Termovize ve stavebnictví.....	14
2.3.3. Termovize ve strojírenství a teplárenství .....	15
2.3.4. Výhody termovize .....	15
2.4. Emisivita materiálu.....	17
3. TERMOKAMERA A PŘÍSLUŠNÝ SOFTWARE .....	18
3.1. Vlastnosti kamery:.....	19
3.2. Termokamery v historii .....	20
3.3. Software SmartView.....	22
4. POPIS MĚŘENÉHO ZAŘÍZENÍ .....	24
4.1. Transport suchého písku a aditiv do zásobníků.....	26
4.2. Dávkování surovin do mísiče .....	26
4.3. Distribuce regenerované směsi .....	26
4.4. Transport odpadní formovací směsi.....	26
4.5. Hlavní části zařízení jsou: .....	27
4.5.1. Pásové dopravníky.....	27
4.5.2. Elektromagnetický separátor.....	28
4.5.3. Korečkové výtahy.....	29
4.5.4. Polygonové síto .....	29
4.5.5. Fluidní sušička nového písku .....	31
4.5.6. Pneudoprava nového písku.....	32
4.5.7. Šnekové dopravníky .....	32
4.5.8. Kompresorovna.....	33
4.5.9. Fluidní chladnička .....	33
4.5.10. Rychlomísič RV 24.....	34
5. MĚŘENÍ.....	35

---

5.1.	Převodovka pohonu dopravního pásu č.1 .....	35
5.2.	Hnaná hřídel dopravního pásu č. 2 .....	36
5.3.	Korečkový výtah č. 1 .....	36
5.4.	Motor ventilátoru fluidní chladničky .....	37
5.5.	Zásobník písku .....	38
5.6.	Buben magnetického separátoru .....	39
5.7.	Pás č. 9. hnaný hřídel .....	40
5.8.	Hnací motor dopravního pásu .....	42
5.9.	Dopravní pás č. 13 .....	43
5.10.	Turbínový rychlo mísič RV24 – Elektromotor .....	44
5.11.	Pás za fluidní sušičkou .....	44
6.	VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ .....	48
7.	ZÁVĚR .....	50
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	51



## Úvod

Tato práce se zabývá aplikováním metod technické diagnostiky, zejména pak termodiagnostiky do praxe. V současné době je technická diagnostika jedním ze základních a rozhodujících prostředků v údržbě. Jedná se o klíčový nástroj pro stanovení technického stavu sledovaného objektu. Aktuální technický stav strojního zařízení bezprostředně působí nejen na jakost výroby produktů, nýbrž i na bezpečnost provozu a dopad na okolí.

Tato práce se zaměřuje především na termodiagnostiku a na věci s ní spojené. Informace o teplotě zařízení jsou velmi podstatné jak při výrobě, tak i při běžném používání daného mechanismu. Teplota je jednou z nejdůležitějších termodynamických vlastností určující stav hmoty a neexistuje žádný obor, který by nebyl na teplotě závislý. Měření pomocí termovize umožňuje získat pozorovatelnou informaci o rozložení teplot na povrchu snímaného objektu. Měření se realizuje za chodu stroje bez nutnosti jeho odstavení a bez jakéhokoliv vlivu na měřené zařízení.

V této práci se dozvíme něco o termovizní kameře. Popíšeme si jednotlivé objekty, na kterých bylo prováděno měření, a vysvětlíme, pro co se dané zařízení používá. A nakonec přejdeme k samotnému měření a vyhodnocování daných strojů a zařízení, které byly předmětem zkoumání této práce.

Cílem této práce bylo najít místa s odchylkami teplot od normálního stavu, pokusit se zjistit příčinu této teplotní abnormality, a také navrhnout řešení, pro zajištění dalšího bezpečného provozu stroje. V ideálním případě po provedené opravě znovu dané zařízení proměřit, zjistit zda došlo ke zlepšení a zkontrolovat, jestli dané řešení vyhovuje.

Tato práce byla realizována pod vedením společnosti Slévárny Třinec a.s.



## 1. SLÉVÁRNY TŘINEC a.s.

Slévárenství v Třinci má dlouholetou tradici. První slévárna zde byla postavena již v roce 1842 v rámci Třineckých železáren, které byly založeny o 3 roky dříve. Původně se ve slévárnách zpracovávalo veškeré železo vyrobené ve vysokých pecích. Postupem času se výroba přesouvala do válcoven a slévárny začaly plnit úlohu obslužnou. Až do roku 1999 patřily slévárny do provozu Třineckých Železáren. Společnost Slévárny Třinec a.s. tedy vznikla až koncem března 1999 jako samostatná dceřiná společnost Třineckých Železáren a.s. a řadí se mezi nevýznamnější slévárny v České republice.



**Obr. 1.1** Odlévání surového železa ve Slévárnách Třinec, a.s.

Slévárny Třinec se skládají z těchto provozů: slévárna šedých litin, slévárna oceli, dřevomodelárna, kovomodelárna a údržba. Mezi hlavní výrobní náplň patří odlitky pro strojírenství automobilový průmysl, zemědělství a další. Přes 50% objemu výroby je směřováno na export především do Evropy a v některých případech i do zámoří.



*Obr. 1.2 Odlitky sléváren*



*Obr. 1.3 Odlévání ocelových odlitků*

## 2. TERMODIAGNOSTIKA

### 2.1. Základní definice diagnostiky

Technická diagnostika se v současné době stává oborem s poměrně širokým rozsahem, obsahem i nasazením. Princip technické diagnostiky však zůstává stále klíčovým nástrojem ke sledování a stanovení technického stavu objektu. Aplikováním metod technické diagnostiky (vibrodiagnostika, tribodiagnostika, termodiagnostika, akustická diagnostika apod.) můžeme omezit náklady na údržbu vzniklé poruchami strojů, a také omezit finanční ztráty v případě zastavení výroby.

### 2.2. Teplota a teploměry

Znalost teploty je nutná ve všech oblastech lidské činnosti od lékařství až po techniku. Teplota je jednou z nejdůležitějších termodynamických vlastností, které určují stav hmoty a objevují se v celé řadě fyzikálních zákonů. První teploměr vynalezl italský fyzik Galileo Galilei. Jeho teploměr pracoval na principu teplotní roztažnosti vzduchu. Rtuťový teploměr, tak jak ho známe dnes, byl zhotoven až po roce 1742, kdy Andres Celsius zavedl Celsiovu stupnici.

Měření teploty lze provádět různými způsoby různými teploměry, záleží vždy na tom, kde a jakou teplotu potřebujeme měřit. Hlavní rozdělení teploměrů je na analogové a elektronické (digitální) teploměry.

Druhy teploměrů:

- Objemové – pracují na principu roztažnosti látek (kapaliny, plyny, pevné látky – bimetalové pásy)
- Odporové – využívají změny elektrické vodivosti kovů v závislosti na teplotě
- Termistorové – základem je vodič, jehož odpor s teplotou klesá
- Radiační (pyrometry) – měří teplotu tělesa na základě vyzařované energie
- Akustické – využívají závislosti rychlosti zvuku na teplotě



*Obr. 2.1 Příklad dotykového povrchového teploměru [14]*

### **2.3. Termovizní měření**

Termovizní měření nám umožňuje získat viditelnou informaci o rozložení teplot na povrchu sledovaného zařízení. Výhodou tohoto měření je, že se provádí za plného provozu bez nutnosti odstávky stroje či zařízení.

Termovize nachází široké uplatnění v různých oborech, jelikož téměř všechny obory jsou nějakým způsobem na teplotě závislé.

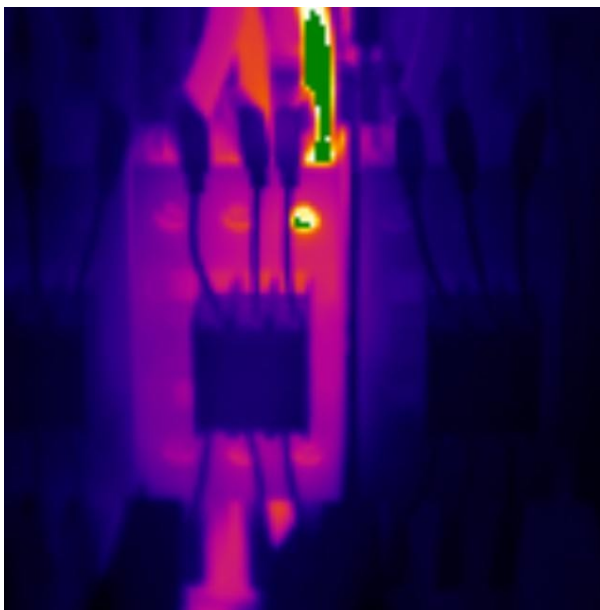
#### **2.3.1. Termovize v energetice**

Termovizi používají dodavatelé elektrické energie jako prostředek k identifikování a hledání problémových oblastí při výrobě a distribuci elektrické energie. Při nastavených pravidelných kontrolách jsou případné poruchy detekovány již v počátečním stádiu, což má za následek pozitivní vliv na ekonomiku provozu.

V případě nedokonalého spojení dvou vodičů se v tomto místě při průchodu elektrického proudu zvýší teplota a při porovnání teplotního rozdílu vůči ostatním spojům určíme, zda jde o vadný spoj.

V energetice můžeme kontrolovat nejen nedokonalé spojení vodičů, ale také vedení elektrické energie, rozvodny, transformátory a různé úsekové rozvaděče.



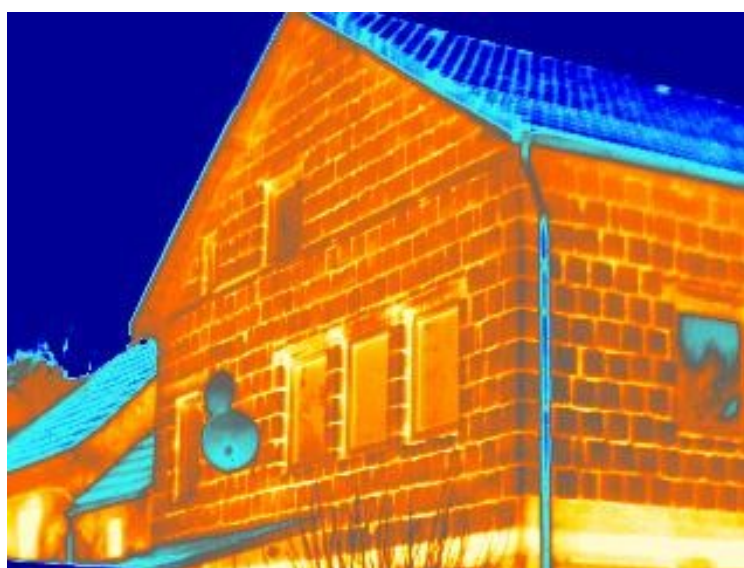


***Obr. 2.2** Vadné připojení elektrického rozvaděče*

### **2.3.2. Termovize ve stavebnictví**

Ve stavebnictví se kontroluje rozložení povrchových teplot na plášti budovy a hledají se teplotní anomálie, které by vykazovaly např. špatně provedenou izolaci budovy. Termovizní kontrolu budov lze však provádět pouze v zimních měsících, kdy teplota okolí je výrazně nižší než teplota uvnitř budovy.

Dalšími využitelnými možnostmi termovize ve stavebnictví jsou zjišťování tepelných mostů a kritická místa z hlediska tepelných ztrát.

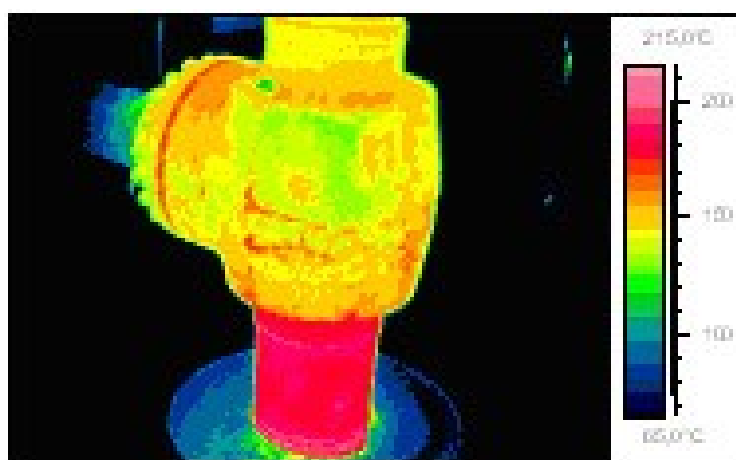


***Obr. 2.3** Příklad využití termovize ve stavebnictví [15]*

### 2.3.3. Termovize ve strojírenství a teplárenství

Termovizní diagnostika ve strojírenství a teplárenství se využívá k odhalení všech kritických míst, na nichž vlivem nesprávného nebo poruchového provozu dochází k zahřívání.

Hlavní využití ve strojírenství může být při kontrole armatur, při vedení horkovodů a parovodů, a také ke kontrole různých mechanických spojů a ložisek.



*Obr. 2.4 Příklad využití termovize při kontrole armatur [12]*

### 2.3.4. Výhody termovize

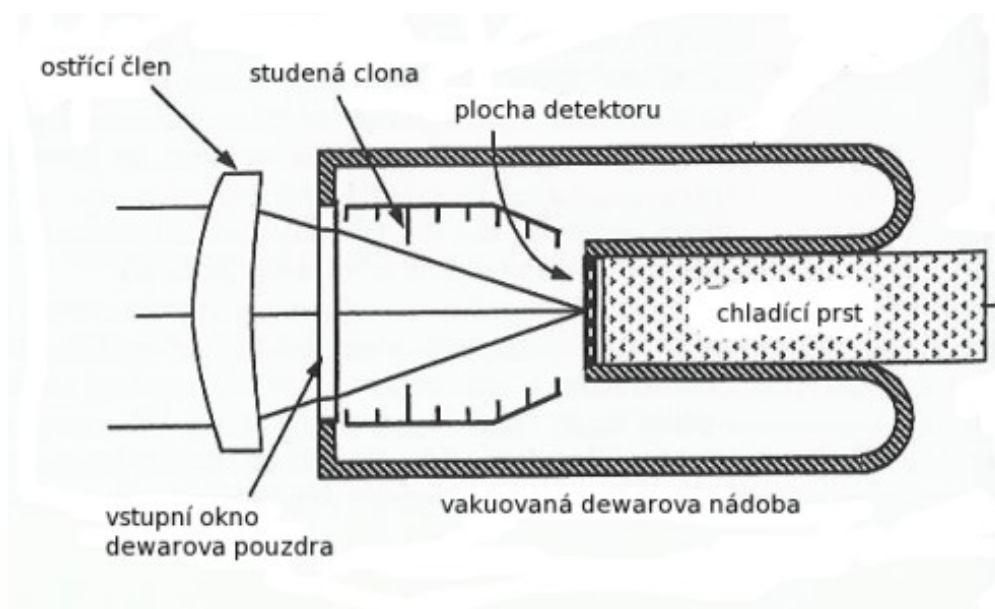
- Jedná se o bezkontaktní a bezdemontážní diagnostiku, která může probíhat za plného provozu zařízení.
- Termovize nám může odhalit poruchy či závady téměř okamžitě (ještě v zárodku).
- Odhalení míst s nerovnoměrným zatížením.
- Šetří práci údržby při pochůzkách (rychlejší a efektivnější odhalení vad).
- Náklady na pořízení termodiagnostického zařízení do firmy se vrátí v efektivnější údržbě a hlavně v předcházení poruchám.

### Princip termovize:

Termovizní systémy pracují na principu přenosu tepelného záření do viditelného spektra. Jedná se o dokonale pasivní zobrazovací přístroje, které nepotřebují žádné osvětlení objektů Sluncem nebo umělými zdroji.

Záznam termovizního obrazu je v podstatě analogický, jako CCD prvek pro snímání obrazové informace nebo lidské oko. Původně byly k dispozici pouze lineární detektory, tyto detektory byly umístěny za sebou v jedné přímce a skenování probíhalo pouze v jednom směru. Teprve nedávno se začaly používat dvourozměrné detektory, jež umožňovaly snímání celého zorného pole a na objektivu se zobrazila kompletní teplotní mapa.

Konstrukce termokamery musí být přizpůsobena jejímu účelu. Na termovizní záznam má tedy vliv vše, co vyzařuje tepelné záření, tedy i objímka objektivu, zobrazovací čočky a detektor. Chceme-li tedy dostat reálný snímáný obraz, neovlivněný konstrukcí termokamery, musí se systém důkladně odclánět nezářivými clonami a zajistit dostatečné chlazení detektoru.



**Obr. 2.5** Konstrukce snímače termokamery [5]



Materiál, ze kterého jsou vyrobeny zobrazovací prvky termokamery, musí být propustné pro oblast vlnových délek tepelného záření a většinou nejsou propustné pro viditelné světlo. Typický příklad materiálu používaný u termovizních čoček je germanium.

#### 2.4. Emisivita materiálu

Při měření termovizní kamerou nemůžeme vyloučit vliv záření okolních objektů ani záření odražené z povrchu snímaného objektu. Tento jev se nazývá emisivita materiálu. Jde o poměr vyzařování tepelného zářiče k vyzařování černého tělesa (ideální zářič) při stejné teplotě. Vyzařování běžných materiálů se pohybuje od 0,1 do 0,95. Přičemž emisivita leštěného povrchu je okolo 0,1 a např. emisivita povrchu lidského těla se blíží hodnotě 1. Pro příklad zde uvádím několik materiálů s jejich emisivitou.

materiál	emisivita
leštěný hliník	0.03
leštěné železo	0.20
zoxidované železo	0.75
papír	0.92
voda	0.94
led	0.97

**Tab. 2.1** Příklady různých materiálu a jejich emisivita [5]

### 3. TERMOKAMERA A PŘÍSLUŠNÝ SOFTWARE

Pro snímání teplotních polí na povrchu objektů byla použita termokamera od firmy Fluke, model TIS (Thermal Imaging Scanner) – Teplotní obrazový snímač.

Termokamera Fluke TIS je jednoduchý, levný, ale přitom výkonný přístroj pro operativní měření. Její teplotní citlivost, dobré rozlišení a rozsah provozních teplot umožňují pohotové měření. Je vybavena jasným barevným podsvíceným LCD displejem s údaji o rozložení teplotního pole snímané scény. Vyniká jednoduchým ovládáním a robustním provedením. Součástí základní dodávky je programové vybavení pro ukládání termogramů do počítače, jejich analýzu, editaci, tisk a přenos do dalších aplikací.



*Obr. 3.1 Termokamera Fluke TiS [9]*

**3.1. Vlastnosti kamery:**

<b>Teplota</b>	
Rozsah měřených teplot	-20°C až 120°C
Přesnost měření teploty	±5°C nebo 5%
<b>Kvalita zobrazování</b>	
Frekvence pořizování snímků	Rychlost obnovování 9Hz
Typ detektoru	120x120 ohniskový rovinný svazek
Teplotní citlivost	≤ 0,1°C při 30°C
Infračervené spektrální pásmo	7,5μm až 14μm (dlouhé vlny)
Typ objektivu	Zorné pole: 17° x 17° Minimální vzdálenost ostření: 15 cm
<b>Prezentace vizuálního obrazu</b>	
Paleta barev	Tavené železo, modročervená, stupnice šedi
Úroveň a rozpětí	Plynulá automatická změna měřítka a uzamčení měřítka úrovně a stupně
Minimální rozpětí (v automatickém režimu)	5°C
Pořizování snímků, kontrola, mechanismus ukládání	Zachycení snímku jednou rukou, kontrola a mechanismus ukládání
Paměťové médium	Paměťová karta SD (2GB paměťová karta umožňuje uložení nejméně 1200 plně radiometrických infračervených snímků s poznámkami.
Formáty souborů	Neradiometrický (formát.bmp) nebo plně radiometrický (formát .is2)
Formát souborů exportovaných softwarem SmartView	BMP, DIB, GIF, JPE, JFIF, JPEG, JPG, PNG, TIF, TIFF
<b>Obecné vlastnosti</b>	
Provozní teplota	-10°C až 50°C
Teplota pro skladování	-20°C až 50°C bez baterií
Relativní vlhkost	10% až 90% nekondenzující
Displej	3,7“ displej LCD na šířku s podsvícením a rozlišením VGA (640 x 480)
Ovládání a nastavení	Možnost nastavení jednotky teploty (°C/°F) Výběr jazyka Nastavení data a času Volitelná úroveň posvícení
Software	SmartView – software pro úplnou analýzu
Výdrž baterií	3 – 4 hodiny
Doba nabití	2,5 hodiny pro úplné nabití
Pád	2m
Rozměry (V x Š x D)	26,7 cm x 12,7cm x 15,2 cm
Hmotnost (včetně baterie)	1,2kg
Doporučený kalibrační cyklus	2 roky

**Tab.3.1** Vlastnosti termokamery

### 3.2. Termokamery v historii

První průmyslově použitelný termovizní systém představila v roce 1965 švédská firma AGEMA Infrared, což byl počátek používání termografické techniky (mimo vojenské aplikace). V ČR (tehdy ČSSR) se systém termografické techniky používá od roku 1967.



***Obr. 3.2 Původní termovizní snímek lidského těla [20]***

V té době se termovizní soustava skládala z termovizní kamery s černobílou obrazovkou a s výměnnými objektivy, dále z napájecích baterií, videomagnetofonu pro nahrávání teplotních obrazů a stativem s otočnou hlavou.



**Obr. 3.3** Termokamera z roku 1988 využívaná v medicíně [21]

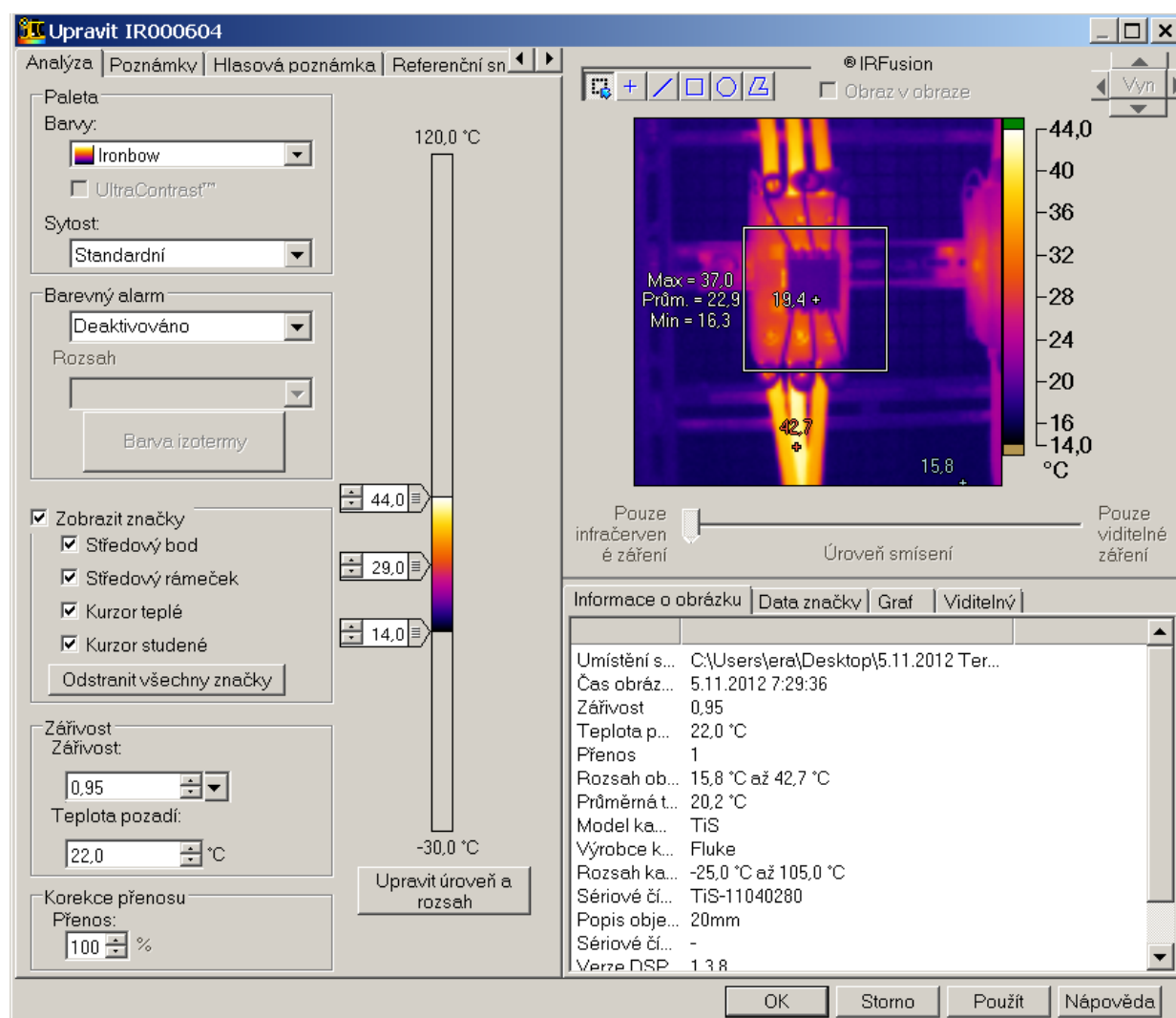
V současné době jsou termokamery daleko menší a lehčí a skládají se z kamery a příslušenství. Kamera má maticový nechlazený mozaikový (FPA) detektor. Hlavní výhodou dnešních kamer je vysoká citlivost a zobrazovací frekvence detektoru (50Hz) pro rychlé a kvalitní zobrazení měřeného zařízení. V průběhu měření teploty kamera automaticky zaznamenává mimo termovizní snímek (termogram), také veškeré údaje o podmínkách měření důležité pro vyhodnocování termogramů. Avšak je nutné v kameře nastavit parametry objektu jako jsou emisivita, teplota okolí a vzdálenost mezi objektem a kamerou.



*Obr. 3.4 Termokamera s příslušenstvím [9]*

### 3.3. Software SmartView

K termokamerám značky Fluke je dodáván software SmartView pro analýzu termovizních snímků a videí. Jedná se o jednoduchý program se základními prostředky, ale zároveň umožňuje výkon pro podrobnou analýzu. Software například umožňuje prohlížení a optimalizaci obrázků a videí, podrobnou analýzu a kompletní ovládání obrázků a videí, zobrazování teploty v libovolném bodě, možnosti podrobných poznámek, zjednodušené vytváření zpráv a samozřejmě aktualizuje své produkty.

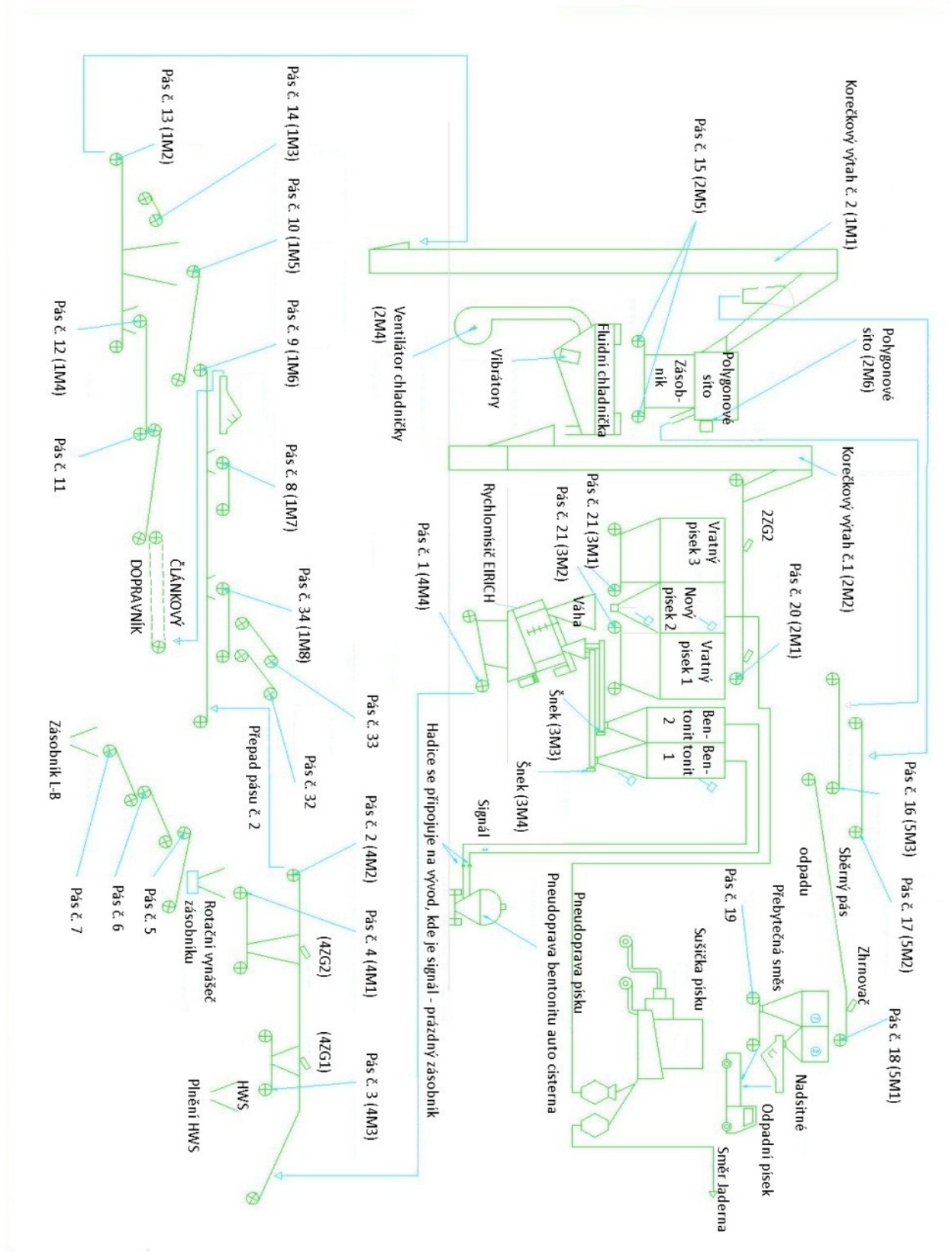


Obr. 3.5 Prostředí programu SmartView

#### 4. POPIS MĚŘENÉHO ZAŘÍZENÍ

Měření bylo prováděno na pískovně provozu Slévaren šedých litin a měření se týkalo převážně dopravních pásů pro formovací směs. Tyto dopravní pásy slouží k přemísťování formovací směsi na automatickou formovací linku HWS. Formovací směs oddělená od odlitků na vytloukacím roštu AFL HWS se sype na pásový dopravník 1M6 (č. 9). Na tento dopravník jsou rovněž dopravovány přesypy z čištění transportních vozíků 1M7 (č. 8) a vratná formovací směs z AFL. Formovací směs z pásu 1M6 (č. 9) je podávána pásem 1M5 (č. 10) na sběrný pás 1M2 (č. 13) a dále do korečkového dopravníku 1M1 (č. 2). Na pásu 1M2 (č. 13) následuje oddělení feromagnetických částic pomocí elektromagnetického separátoru 1M3 (č. 14). Korečkový výtah 1M1 (č. 2) dopraví formovací směs na polygonové síto 2M6 nebo, po přesměrování toku formovací směsi, na pás 5M2 (č. 17) a dále do zásobníku přebytečné směsi. Vratná směs je po prosetí uskladněna v zásobníku horké směsi umístěném pod polygonovým sítem. Zásobník horké směsi je zdola uzavřen pásem 2M5 (č. 15) dopravujícím horkou formovací směs do fluidní chladničky (2M3A, 2M3B). Ve fluidní chladničce formovací směs prochází skrz systém automatického skrápění a profukování ventilátorem 2M4. Tím je směs navlhčena a zchlazena. Formovací směs se dále přesypuje do korečkového výtahu 2M2 (č. 1) a pásem 2M1 (č. 20) je dopravena do zásobníku studené vratné směsi. Jednotlivé sektory zásobníku vratné směsi se plní pomocí automaticky ovládaných pneumatických shrnovačů. Zásobníky studené vratné směsi jsou ze zdola uzavřeny pásy. Zásobníky studené vratné směsi jsou ze zdola uzavřeny pásy 3M1 (č. 22) a 3M2 (č. 21), kterými je směs podávána do zásobníku umístěného nad mísičem.





**Obr. 4.1** Technologické schéma přípravy recyklace formovací směsi [22]

#### **4.1. Transport suchého písku a aditiv do zásobníků**

Suchý písek je dodáván přímo do zásobníku umístěného nad mísičem, do kterého je písek ze sušky dopravován pneumatickou dopravou. Aditiva jsou do zásobníků, které jsou zdola uzavřené šnekovými podáváči, vedeny pneumodopravou z autocisteren nebo železničních vozů. Zásobníky jsou vybaveny ukazateli úrovně maxima a minima naplnění.

#### **4.2. Dávkování surovin do mísiče**

Oživení formovací směsi je prováděno v turbinovém rychlo mísiči. Vratná směs je pásem 3M1 (č. 22), 3M2 (č.21) zavěšeným pod zásobníkem podávána na tenzometrickou váhu hlavních zásobníků. Suchý písek se pomocí dopravníku sypkých materiálů, zavěšeného do ústí zásobníku, dopravuje rovněž na tenzometrickou váhu hlavních zásobníků. Po zvážení obou surovin následuje otevření šoupátka váhy a vysypání obsahu do mísiče. Aditiva jsou dávkována pomocí šnekového dopravníku 3M3, 3M4 do zásobníku tenzometrické váhy, odkud po odvážení programem zadaného množství, je vysypána do mísiče.

#### **4.3. Distribuce regenerované směsi**

Po vymíchání směsi v rychlo mísiči se směs vysypává do výsypného koše, který je pod mísičem, odkud je pásy 4M4 (č. 1), 4M3 (č.3), 4M2 (č.2), 4M1 (č.4) směs dopravována do zásobníku regenerované formovací směsi, které se nachází na automatických formovacích linkách.

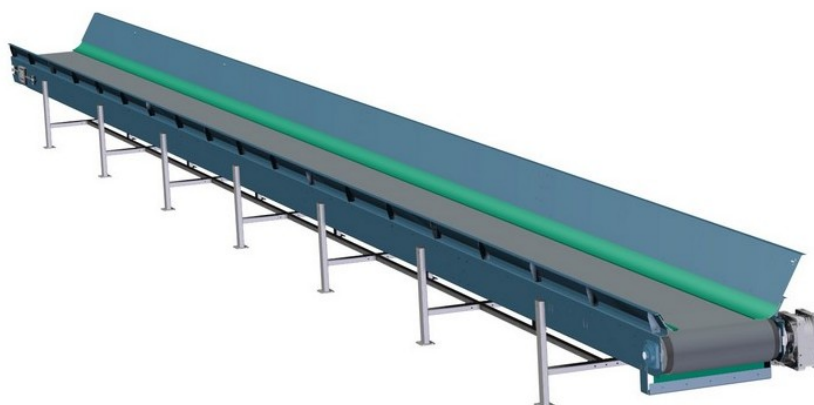
#### **4.4. Transport odpadní formovací směsi**

Nadsítné (hrubší kusy) z polygonového síta se přesypávají na pás 5M3 (č. 16), kterým je podáváno na sběrný pás 5M1 (č.18), na který je dopravována i přebytečná formovací směs z pásu 5M2 (č.17). Přebytečná formovací směs i nadsítné je transportováno do zásobníku přebytečné směsi. Zásobník je rozdělen na dvě komory, z nichž jedna (pro formovací směs) je zdola zakončena pásovým dopravníkem a druhá (pro nadsítné) dopravníkem vibračním.

#### 4.5. Hlavní části zařízení jsou:

##### 4.5.1. Pásové dopravníky

Pásové dopravníky jsou určeny k přepravě kusových výrobků i sypkých materiálů různých materiálových vlastností. Patří do skupiny tažných prvků, které tvoří nekonečnou smyčku. Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků či výrobních a montážních linek. Vyznačují se pevnou konstrukcí a velkou variabilitou provedení.

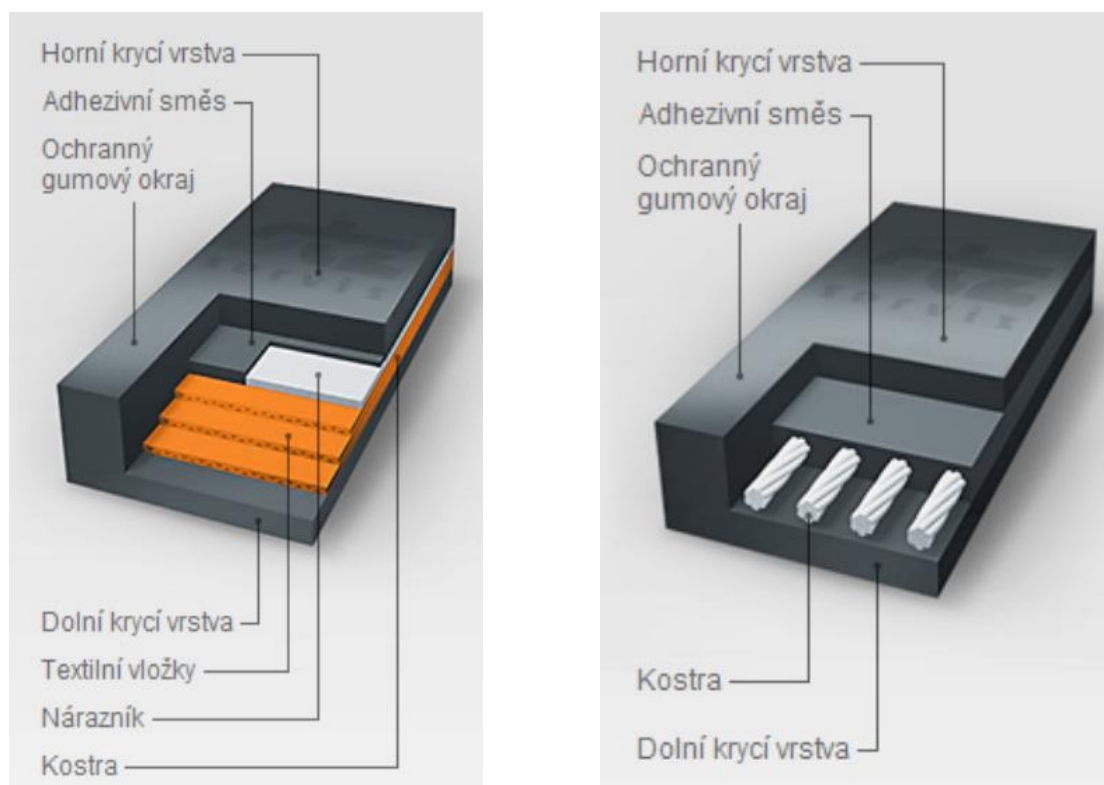


**Obr. 4.2** Pásový dopravník [6]

Dopravních pásů existuje mnoho druhů. Hlavní rozdělení je na pásy s kostrou a pásy bez kostry.

Dopravní pásy bez kostry tvoří jediný druh materiálu a dává pásu pevnost jak v příčném, tak i podélném směru. Použití je především na krátké trasy a převoz kusového materiálu.

Dopravní pásy s kostrou jsou spojením textilní nebo ocelové kostry spolu s krycím elastickým materiálem, kterým je většinou polyvinylchlorid (PVC) nebo polyuretan (PU). Nosná kostra přenáší zatěžující sílu a dodává pásu pevnost. Jelikož mají tyto pásy vysokou tahovou pevnost, jsou určeny do těžkých provozních podmínek.



**Obr. 4.3 a 4.4** Složení pásu s textilní a ocelovou kostrou [2]

#### 4.5.2. Elektromagnetický separátor

Magnetické bubnové separátory jsou určeny pro kontinuální separaci cizorodých magnetických částic ze suchých sypkých materiálů malé zrnitosti. Uplatnění najdou všude tam, kde hrozí riziko poškození nebo nežádoucího ovlivnění následujících technologických procesů vlivem přítomnosti magnetických částic v základním materiálu nebo tam, kde je separace magnetických a nemagnetických částic přímo součástí technologie.

Jde o řešení vhodné například pro prostředí provozů recyklace, sléváren, keramických závodů, energetiky a paliv, skláren a dalších. Separátor pracuje na principu přitažlivosti magnetického pole vytvářeného systémem vysokointenzitních permanentních magnetů pevně uložených uvnitř rotujícího pláště bubnu.

##### Princip činnosti

Elektrický proud prochází cívkou, umístěnou v bubnu, která vytváří okolo bubnu elektromagnetické pole. Elektromagnetický podíl je přitahován k bubnu a pásem je vynesena mimo jeho dosah, kde následně padá do kontejneru. Jeho provoz nevyžaduje stálou obsluhu.



***Obr. 4.5** Elektromagnetický separátor[3]*

#### **4.5.3. Korečkové výtahy**

Jsou určeny ke svislé dopravě formovací směsi z pásového dopravníku na polygonové síto a z fluidní chladničky do zásobníků. Jejich výhodou je nehlučný chod.

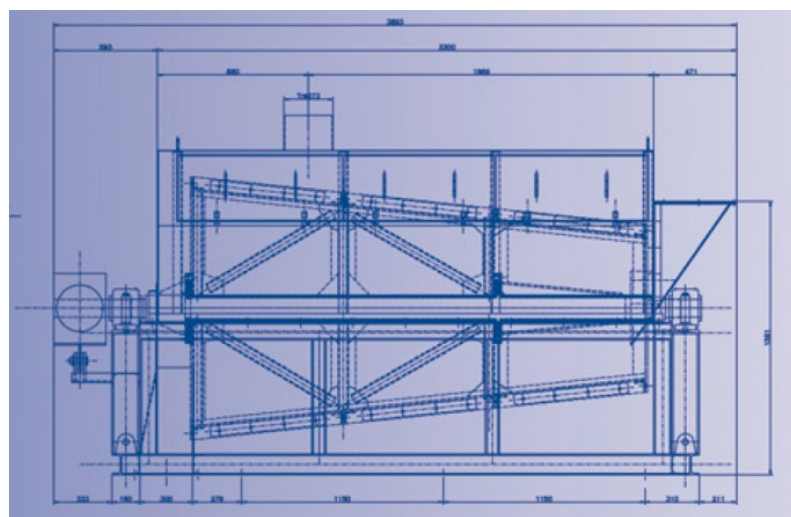


***Obr. 4.6** Korečkový výtah [23]*

#### **4.5.4. Polygonové síto**

Otáčením bubnu polygonového síta dochází k rozmělnění použité formovací směsi. Vratná směs propadá sítem do zásobníku a odtud je dávkována do chladničky

nebo do korečkového výtahu. Nadsítný podíl je pásovými dopravníky dopraven do zásobníku nadsítného.



***Obr. 4.7 a 4.8 Polygonové síto včetně výkresu [16]***



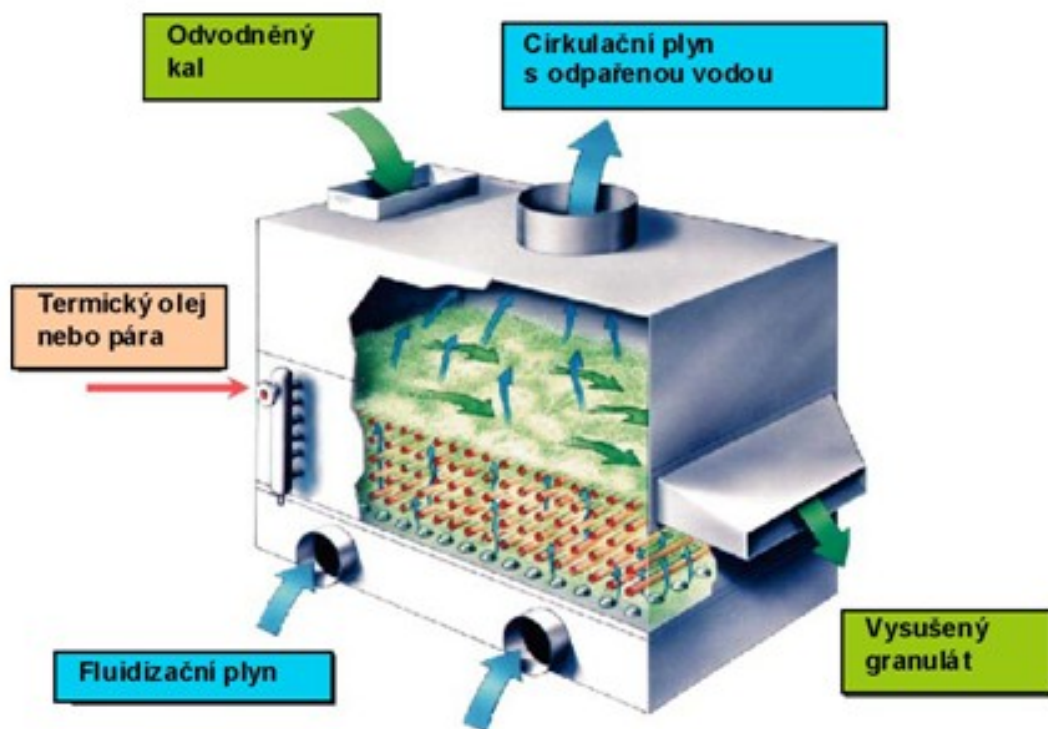
#### 4.5.5. Fluidní sušička nového písku



*Obr. 4.9 Fluidní sušička [17]*

Topeniště fluidní sušičky osazené na betonovém základě se skládá ze spalovací a míchací komory. Do spalovací komory ústí vzduchová komora, přes kterou je dopravován vzduch k chlazení písku. Na čelní stěně spalovací komory je upevněn plynový hořák. Na míchací komoře je upevněna fluidní sušička, skládající se z komory a roštu osazeného tryskami. Prstencový tvar chladicí komory je upevněn na míchací komoře. Na pravé straně sušičky je umístěn přesyp s klapkou, spojující komoru sušičky s chladicí komorou. Chladicí komoru rozděluje rošt na dvě části: vzduchovou a chladicí. Nad topeništěm je zásobník vlhkého písku s elektrickým vibračním podavačem. Cyklony upevněné na konstrukci jsou svými otvory spojeny s komorou sušičky a chladicí komorou. Míchací, sušicí a chladicí komora jsou vybaveny dvířky, umožňující provedení oprav zdiva a čištění roštu.

Princip sušení je patrný z technologického schématu na obrázku 4.10



*Obr. 4.10 Technologické schéma fluidní sušičky [17]*

#### 4.5.6. Pseudoprava nového písku

Pseudoprava písku je instalována pro dopravu písku ze sušičky písku do zásobníku nového písku nad mísičem. Je to plně automatizovaný systém, a pseudoprava přepraví až 6t nového písku za hodinu.

#### 4.5.7. Šnekové dopravníky

Jsou určeny k vodorovné dopravě aditiv ze zásobníků aditiv do tenzorové váhy. Jejich provoz nevyžaduje stálou obsluhu.





***Obr. 4.11** Šnekový dopravník [19]*

#### **4.5.8. Kompresorovna**

Základem kompresorovny je vzduchem chlazený kompresor Allegro 100, který je vybaven řídicím systémem, který současně ovládá i dvojici vzduchem chlazených kompresorů. Kompresorovna pracuje v plně automatizovaném provozu, se střídavým provozem jednotlivých kompresorů.

#### **4.5.9. Fluidní chladnička**

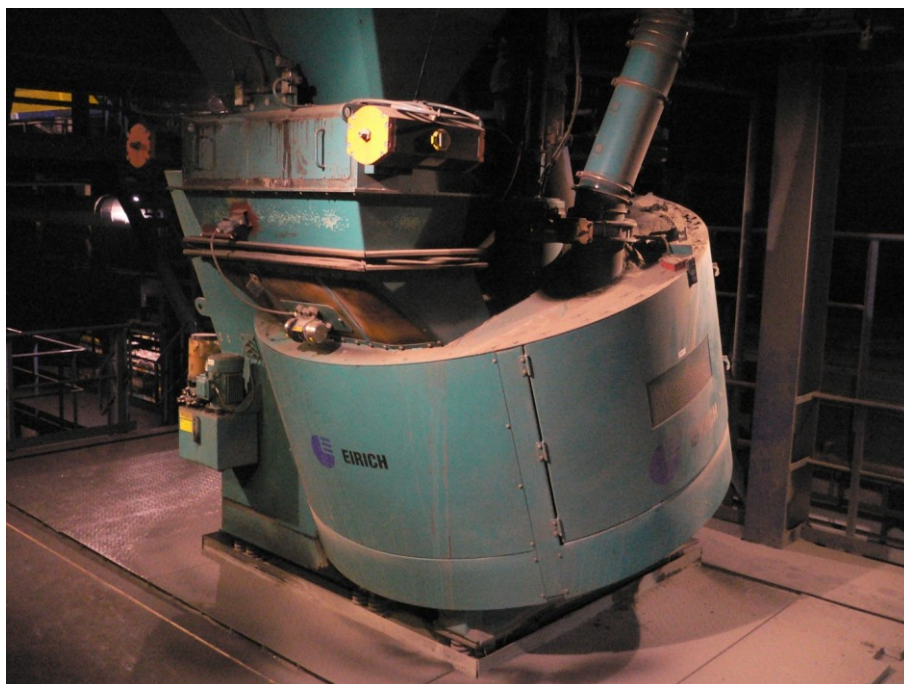
Úkolem fluidní chladničky je ochladit směs z cca 120°C na 30 až 40°C, což se děje tří zónovým systémem s průběžným měřením teploty. K ochlazení směsi dochází v zónách jedna a dvě, kde se za pomoci vibrátoru a ventilátoru směs uvede do vzhledu a jejím skrácením vodou se odvede tzv. výparné teplo, které je odsáváno přes cyklon do suchého filtru pro odloučení prachových částic ze vzdušiny. Regulace výstupní teploty probíhá v závislosti na rychlosti vibračního dopravníku, který prochází celou chladničkou a intervalu skrácení písku vodou.



*Obr. 4.12. Fluidní chladnička [18]*

#### 4.5.10. Rychlomísič RV 24

Instalovaný rychlo mísič firmy Eirich upravuje vratnou směs oživováním směsi novým pískem, přidáváním aditiv a vody. Kapacita mísiče činí 2,45t. K obsluze a dozoru stroje slouží „Vizualizace procesu zařízení“, která je instalována na PC umístěném ve velínu mísiče. Provoz vyžaduje stálou obsluhu.



*Obr. 4.13 Rychlomísič RV 24*

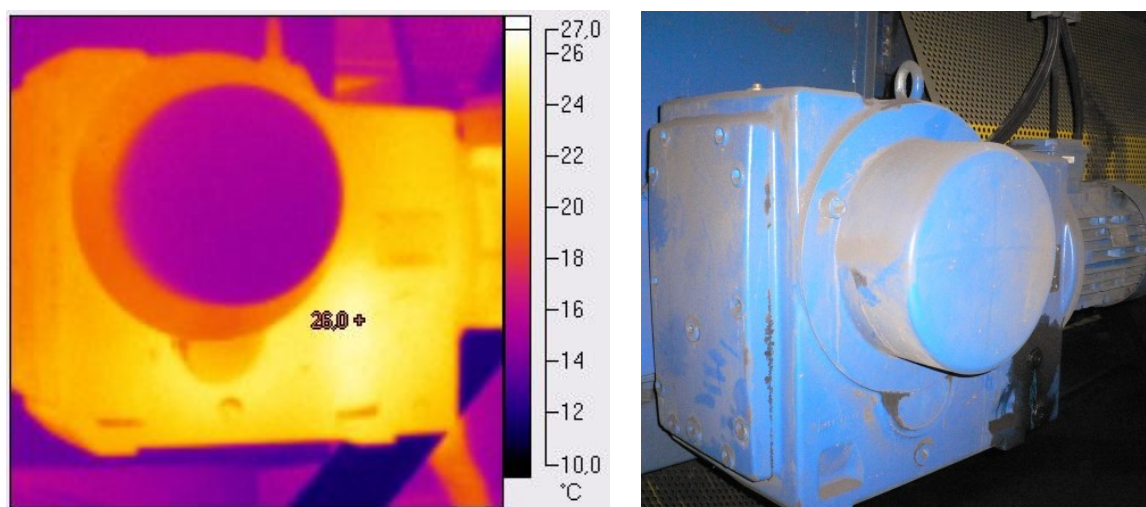
## 5. MĚŘENÍ

Podstatou termovizního měření je snaha odhalit teplotní abnormality měřených objektů, které mohou signalizovat počínající vadu. Pro tato termovizní měření je nutné stanovit si teplotní meze, ve kterých se měřené objekty pohybují.

Teplota mnou měřených ložisek se pohybovala okolo 20°C, což je normální provozní teplota, vyšší teplota již může vykazovat začínající vadu ložiska. U elektromotorů se tato teplota pohybuje kolem 80°C, nad tuto teplotu je použití motoru už velmi nevhodné pro jeho životnost. U převodovek je teplota ovlivněna teplotou maziva nebo mazacího oleje. Teplota dopravních pásů by neměla přesáhnout teplotu 60°C, hrozí pak trvalé poškození pásu, při vyšší teplotě by mohlo dojít ke vznícení (pouze v případě přepravování hořlavého materiálu např. uhelný prach). Je třeba samozřejmě brát v úvahu také teplotu okolního vzduchu, která má na naměřené výsledky podstatný vliv. Infračervený snímek jsem vždy doplnil o fotografii ve viditelném spektru pro lepší vizualizaci.

### 5.1. Převodovka pohonu dopravního pásu č.1

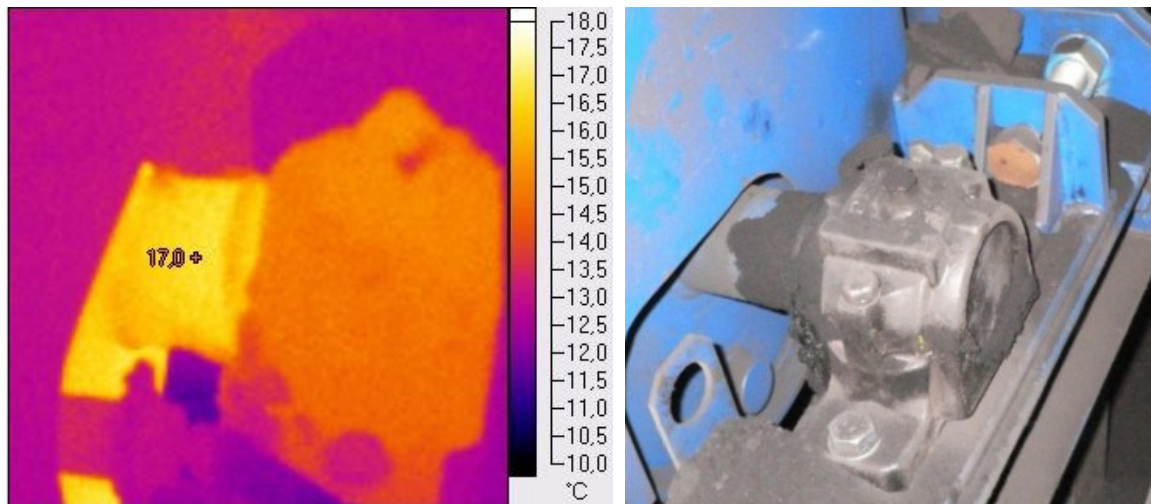
Na tomto snímku (viz obr.5.1 a 5.2) můžeme vidět převodovku, kde je teplota v normálním stavu. Nejteplejší místo převodové skříně (25,8°C) je způsobeno pravděpodobně tím, že v tomto místě má ozubené kolo nejvyšší otáčky a dochází tak k největšímu rozstříku oleje na převodovou skříň.



*Obr. 5.1 a 5.2 Převodovka pásu č. 1*

## 5.2. Hnaná hřídel dopravního pásu č. 2

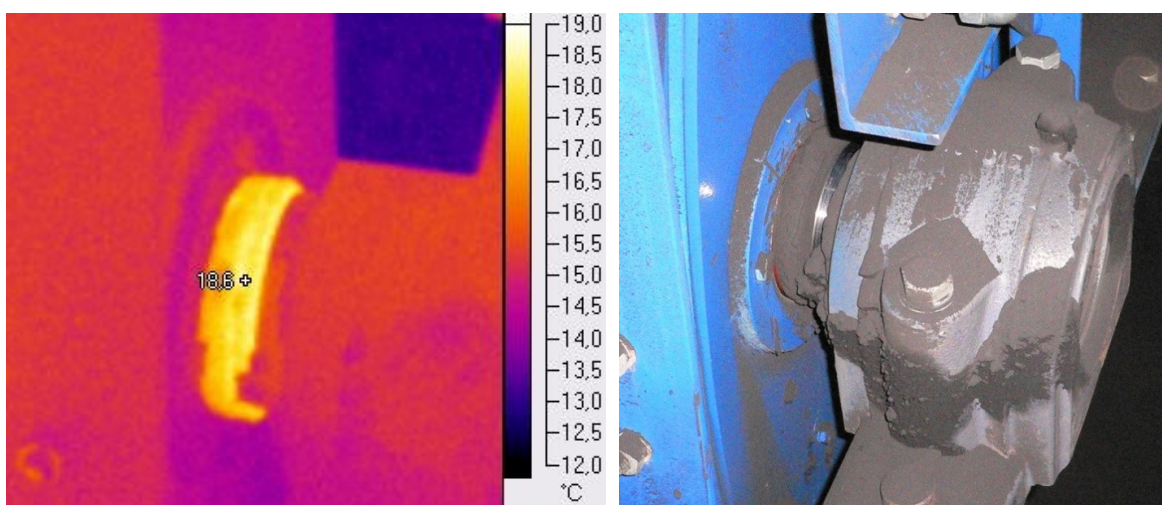
Hnaná hřídel dopravního pásu č. 2. (Obr. 5.3 a 5.4) vykazuje také normální provozní teploty.



*Obr. 5.3 a 5.4 Fotografie konce hnaného hřídele v infračerveném a viditelném spektru.*

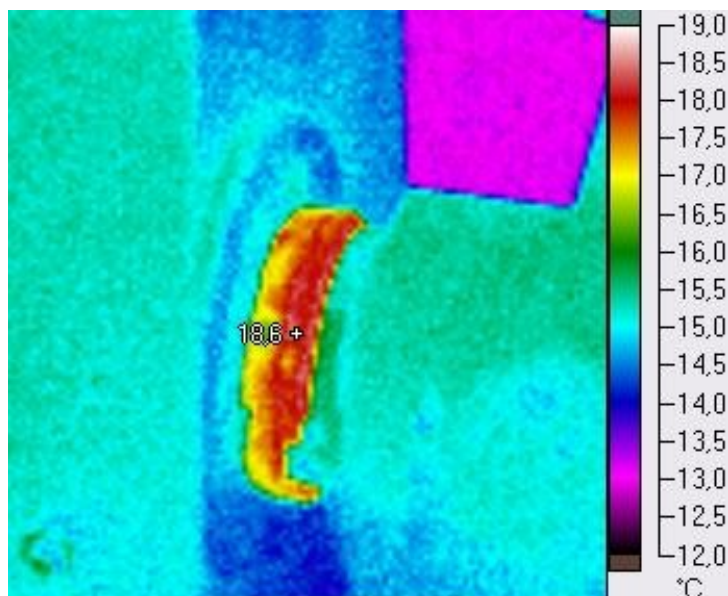
## 5.3. Korečkový výtah č. 1

Porovnání teploty hnané hřídele a ložiskových domků na obr. 5.5-5.7. Teplota 21,5°C na jednom a 18,6°C na druhém konci hřídele vykazuje opět normální provozní stav.



*Obr. 5.5 a 5.6 Porovnání snímků v infračerveném a viditelném spektru.*

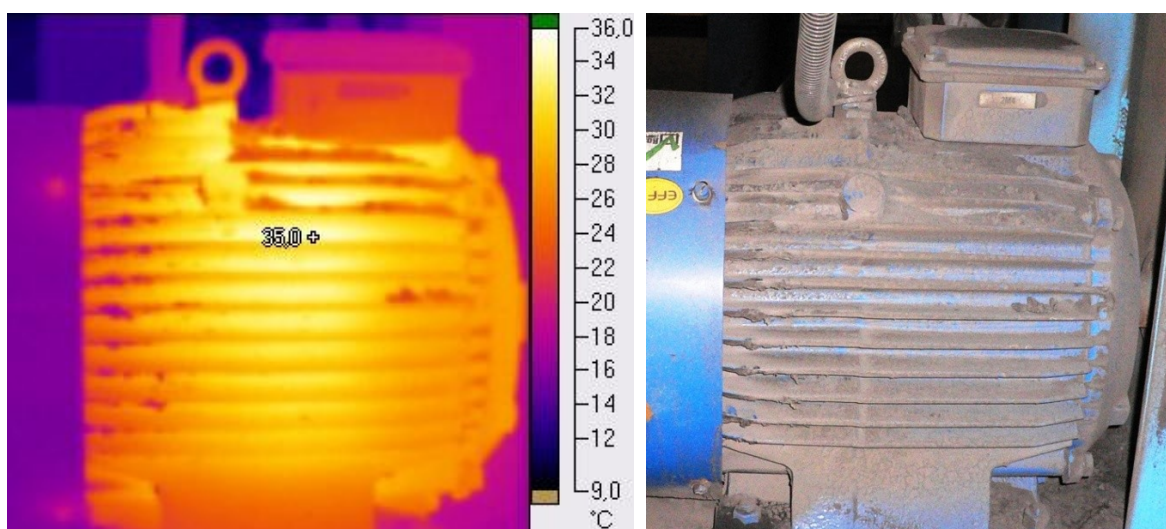




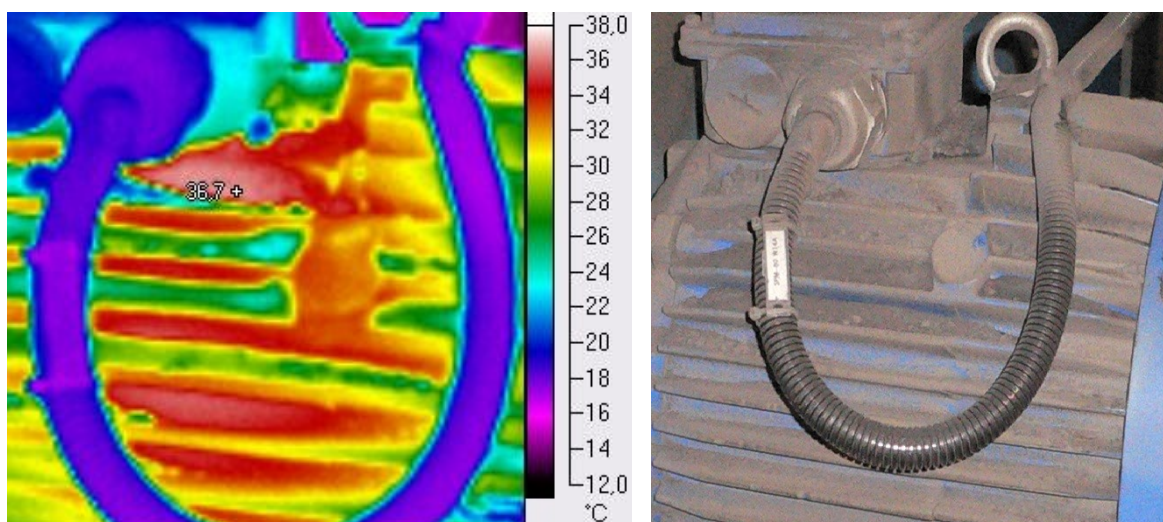
**Obr. 5.7** Jiné barevné provedení infračerveného snímku na korečkovém výtahu

#### 5.4. Motor ventilátoru fluidní chladničky

Na motoru (obr. 5.8 - 5.11) je vidět teplota 35°C, což je teplota mírně zvýšená. Tato teplota mohla být způsobena větším zatížením motoru.



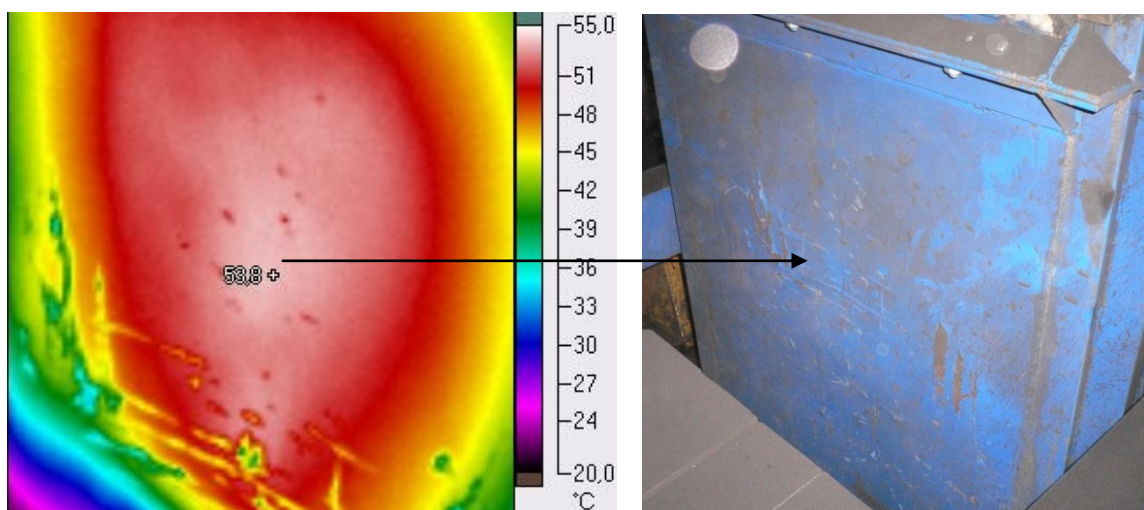
**Obr. 5.8 a 5.9** Porovnání snímku motoru ve viditelném a infračerveném spektru.



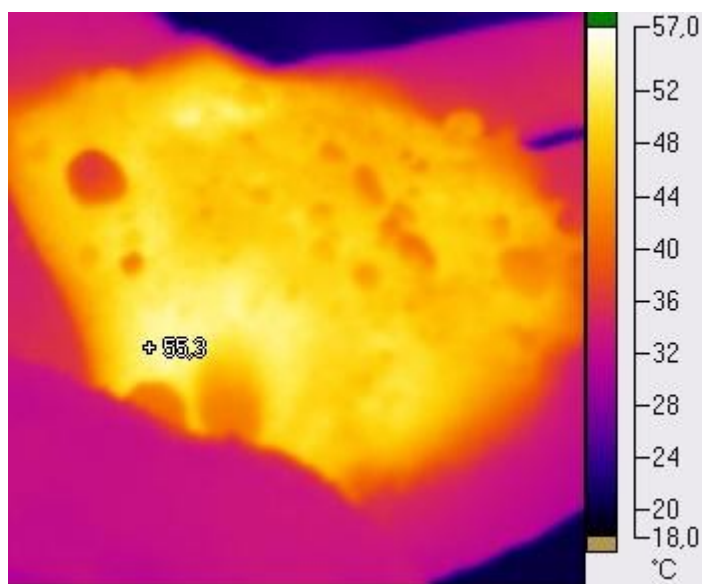
*Obr. 5.10 a 5.11 Porovnání detailu vrchní části motoru*

### 5.5. Zásobník písku

Teplota zásobníku je nezvykle vysoká (obr. 5.12 – 5.13) avšak je třeba vzít na vědomí, že teplota písku se pohybuje od 50°C do 60°C (viz. obr. 5.14), teplota zásobníku proto žádné alarmující teploty nevykazuje.



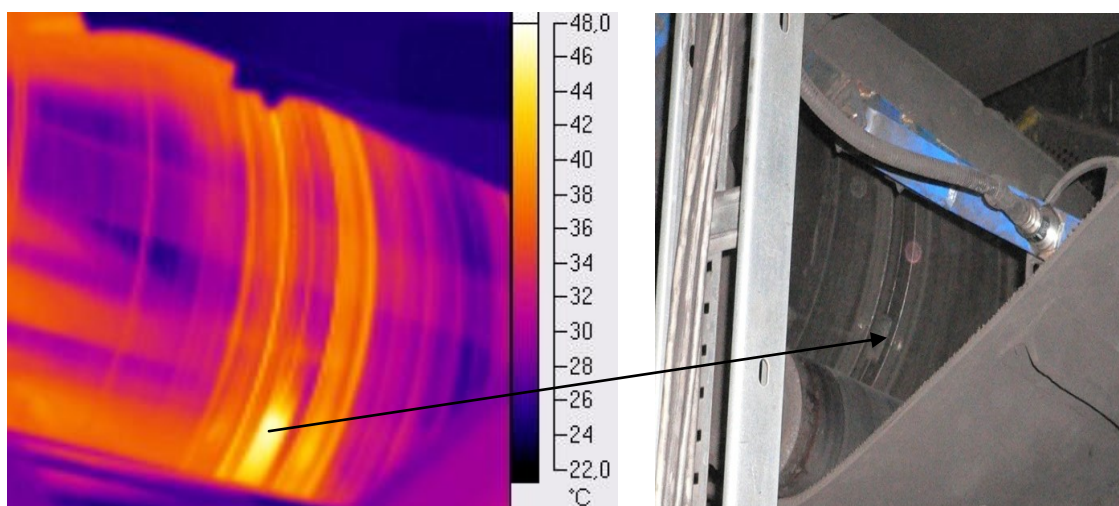
*Obr. 5.12 a 5.13 Zásobník písku*



*Obr. 5.14 Písek v ruce*

### 5.6. Buben magnetického separátoru

Teplota na magnetickém separátoru (obr. 5.15 a 5.16) se pohybuje v normálních hodnotách, vyšší teplotu v jednom bodě (46,7°C) může způsobovat nečistota nebo nepravidelné zatížení pásu.

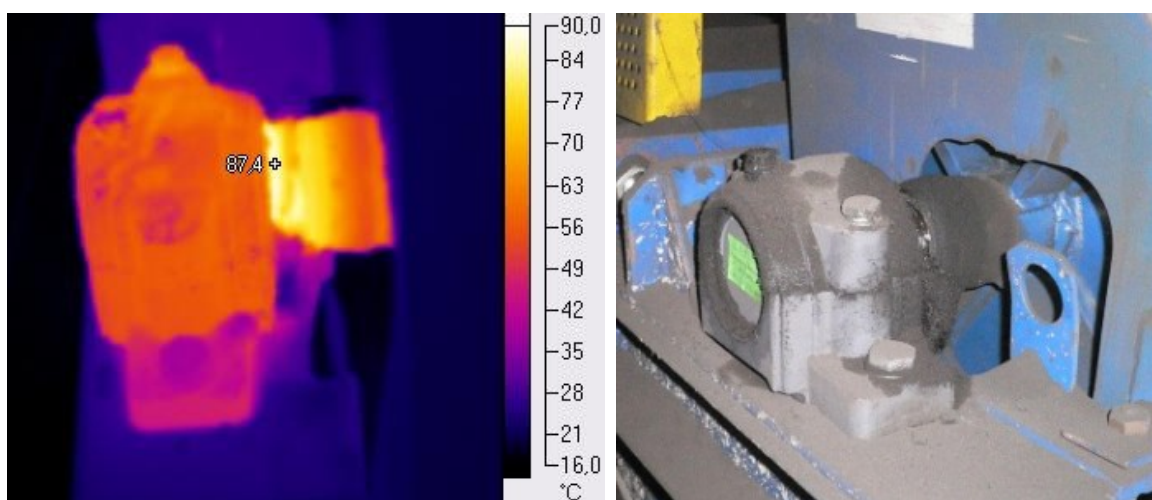


*Obr. 5.15 a 5.16 Magnetický separátor*

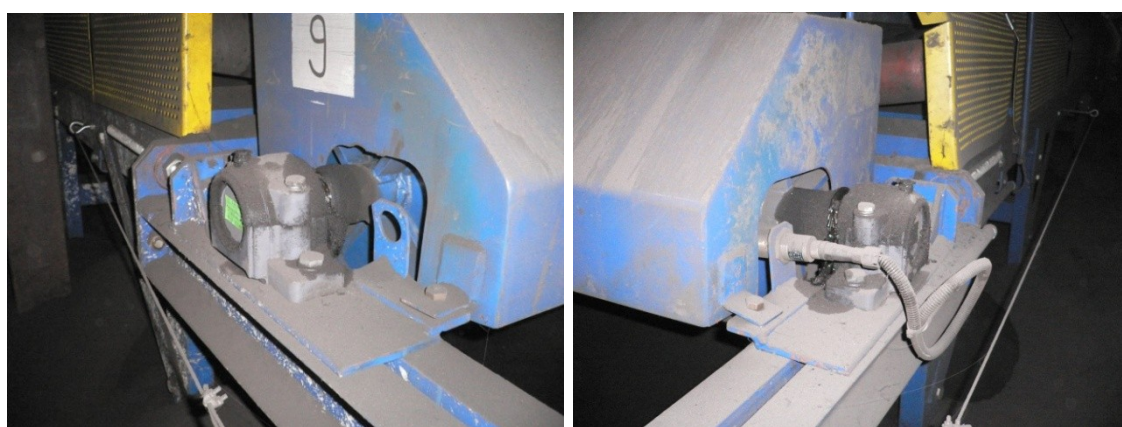


### 5.7. Pás č. 9. hnaný hřídel

Na obrázku 5.17 můžeme vidět přehřívání hřídele a ložiskového domku. Teplota 87,4°C poukazuje na problém ložiska. Tuto zvýšenou teplotu mohlo způsobit nedostatečné mazání ložiska nebo velká síla napínání pásu a následný prokluz. Jelikož nevím, jak dlouho již ložisko pracovalo se zvýšenou teplotou, doporučil jsem jeho výměnu s následným proměřením.



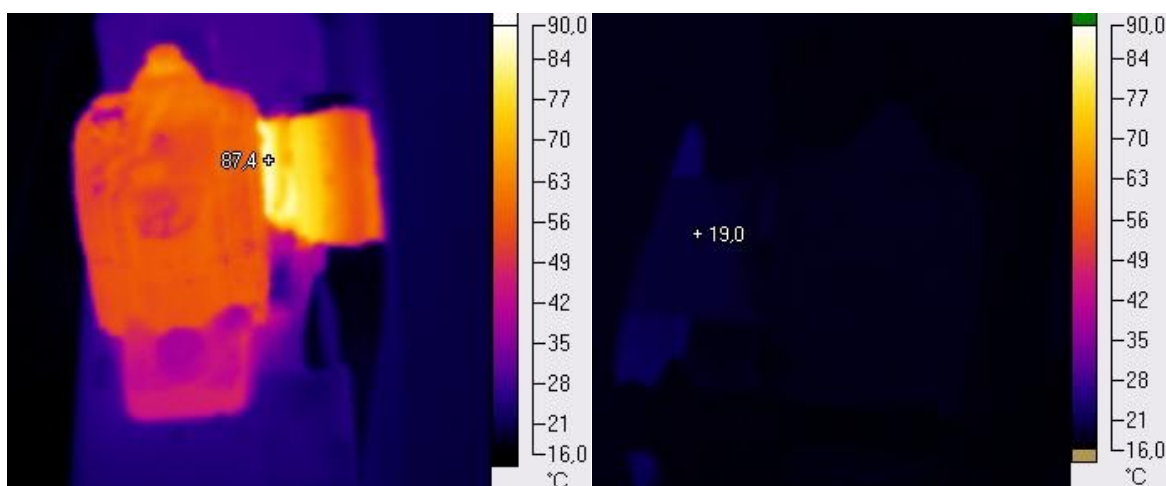
*Obr. 5.17 a 5.18 Porovnání fotografie ložiskového domku v infračerveném a viditelném spektru*



*Obr. 5.19 a 5.20 Vizuální pohled na oba konce hřídele. Při tomto pohledu není možné odlišit vadné ložisko od dobrého.*

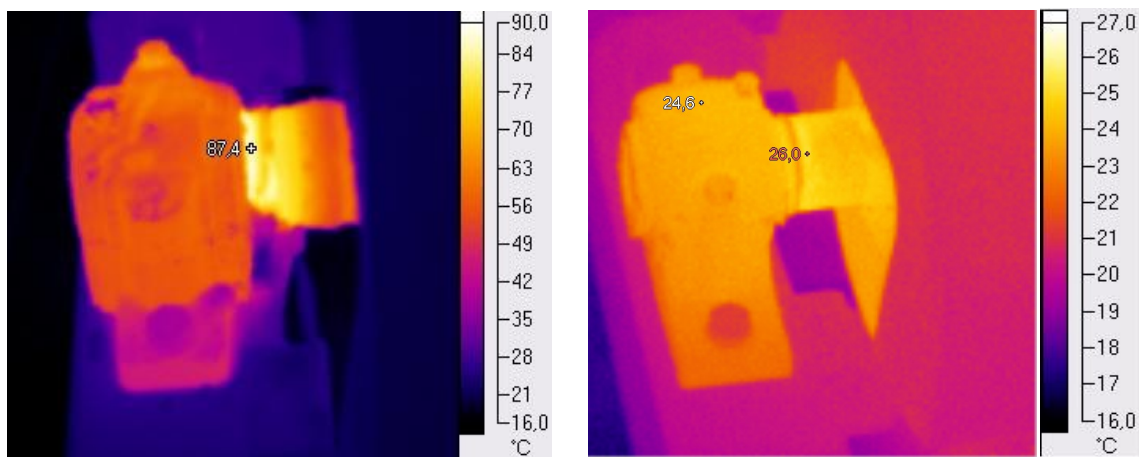


Porovnání teplot na obou ložiscích hnaného hřídele dopravního pásu č. 9. se zamknutým rozsahem teplot pro lepší vizualizaci rozdílu teplot obou ložiskových domků. Na první pohled jsou konce hřídele naprosto v pořádku (obr.5.19 a 5.20), chybu ukáže až infračervený snímek (obr.5.21 a 5.22).



*Obr. 5.21 a 5.22 Infračervené snímky vadného (vlevo) a dobrého (vpravo) ložiska se zamknutým rozsahem teplot*

Poté se provedla výměna ložiska a z obrázku 5.24 je jasně patrné zlepšení.



*Obr. 5.23 a 5.24 Infračervený snímek před a po výměně ložiska*

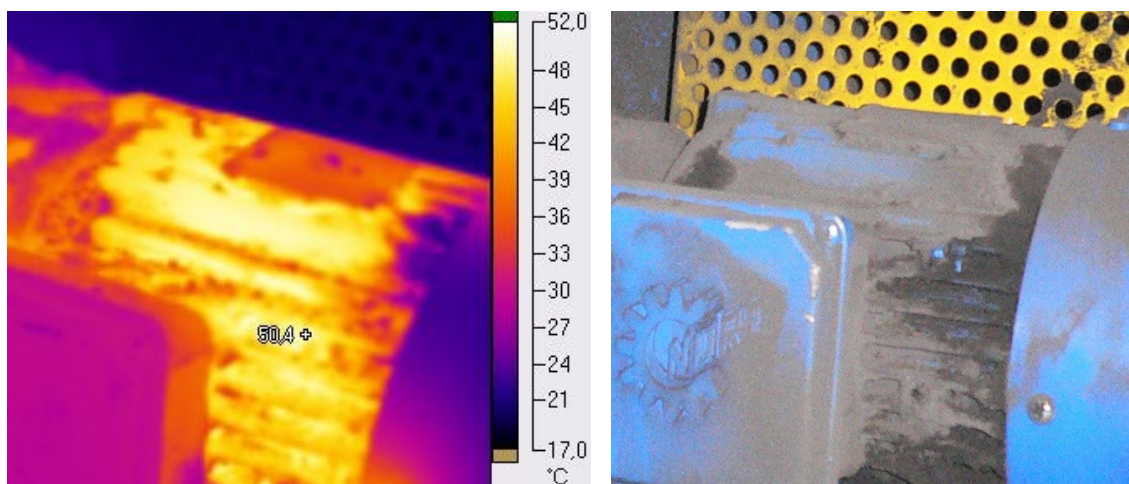


*Obr. 5.25 a 5.26 Ložiskový domek před a po výměně ve viditelném spektru*

Teplota ložiskového domku nám po výměně klesla z cca 87°C na provozních 26°C. Teplota se po výměně ložiska již nezvyšovala. Tímto se zabránilo, případné poruše a nutnosti odstavení pásu z provozu, tudíž i celé výrobní linky.

### **5.8. Hnací motor dopravního pásu**

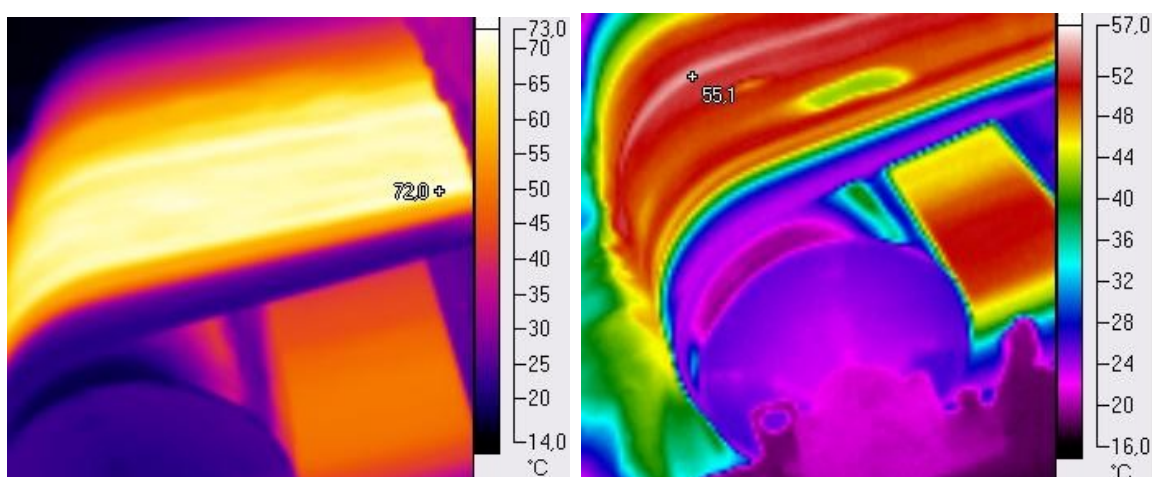
Teplotu 50,4°C na vrchní části pláště motoru mohla způsobit snížená funkce chlazení na plášti motoru z důvodu usazování nečistot a prachu. Doporučuji obsluze pravidelně čistit motor od nečistot.



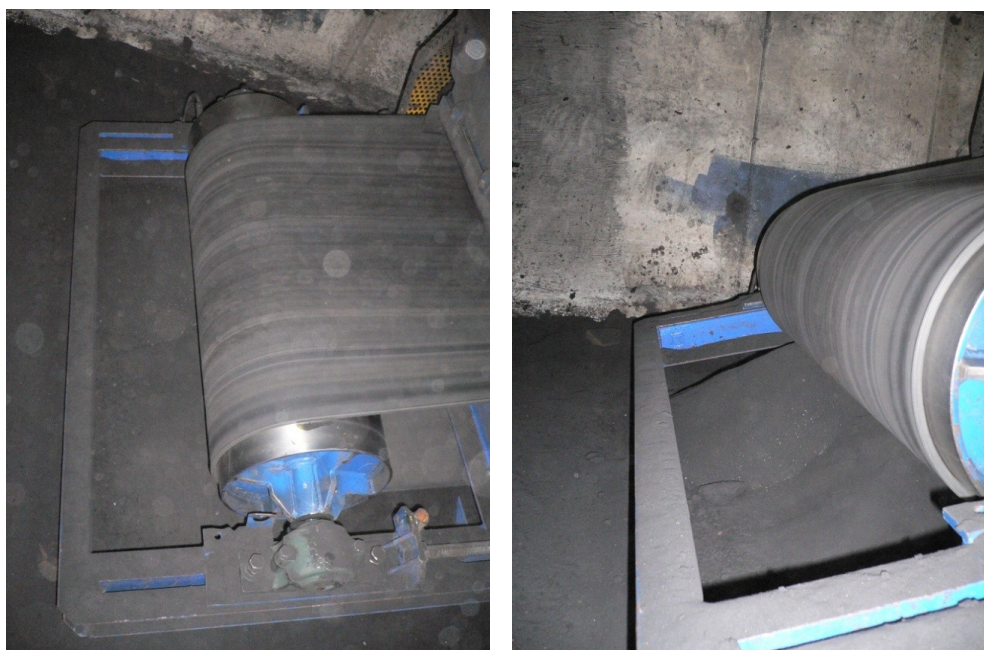
*Obr. 5.27 a 5.28 Elektromotor dopravního pásu*

### 5.9. Dopravní pás č. 13

V průběhu měření jsem narazil na dopravní pás zasypaný pískem. Písek se usazoval okolo pásu a docházelo ke tření mezi pískem a pásem. Toto tření zvyšovalo teplotu pásu až na 72°C. Při delším neřešení tohoto problému by se teplota pásu mohla dále zvyšovat a mohlo by dojít ke zničení celého pásu. Doporučuji tedy obsluze dbát na čistotu kolem dopravních pásů a případné přesypy písku ihned odstranit.



*Obr. 5.29 a 5.30 Různá provedení infračervených snímků na přehřívajícím se dopravním páse*

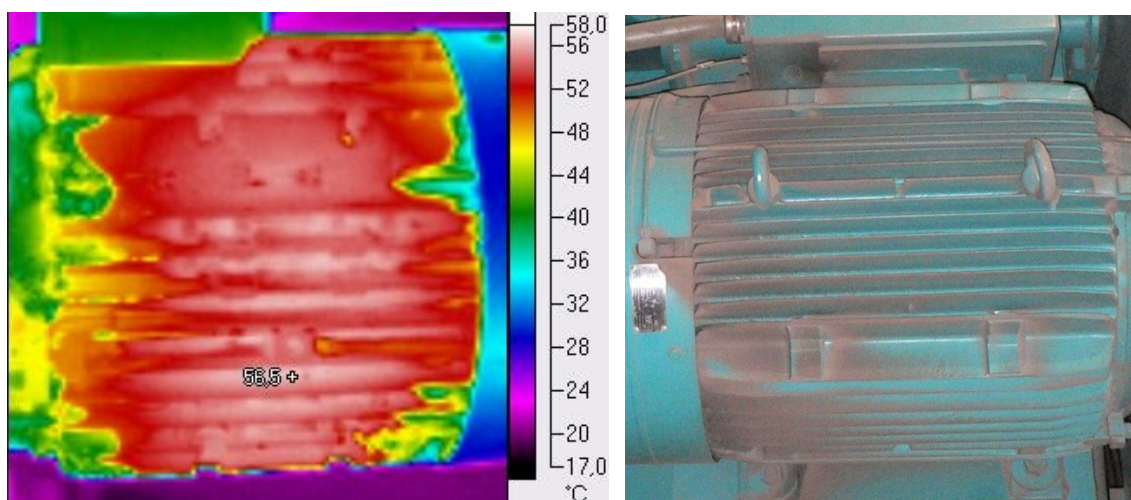


*Obr. 5.31 a 5.32 Přehřívající se dopravní pás č. 13 ve viditelném spektru (obrázky jsou focené již poté, co byl zasypaný pás očištěn od písku)*



### 5.10. Turbínový rychlo mísič RV24 – Elektromotor

Teplota 56,5°C na plášti elektromotoru znamená mírné přehřátí. Příčiny tohoto přehřátí mohou být například ve vadném vinutí statoru, nebo zde může být technologický problém, a to přetěžování motoru větším množstvím směsi v mísiči. Pokud se dále teplota nezvyšuje, motor s takovou teplotou stále může bezpečně pracovat. Je nutno ovšem nadále sledovat teplotu a při dalším zvýšení provozní teploty ho buďto opravit anebo vyměnit.



*Obr. 5.33 a 5.34 Elektromotor na turbínovém rychlomísiči*

### 5.11. Pás za fluidní sušičkou

Při výstupu písku z fluidní sušičky docházelo k problému s horkým pískem, který dosahuje teploty až 80°C. Tato teplota není vhodná pro dopravní pásy nacházející se za touto sušičkou. Na pásu se vlivem této vysoké teploty tvořily trhlinky, jež neúměrně zkracují životnost těchto dopravních pásů, a také zde vzniká problém s prašností na pracovišti. Trhlinky na pásu způsobují usazování zrněk písku v jednotlivých mezerách, které se důkladně nevyklopí na konci dopravníku.

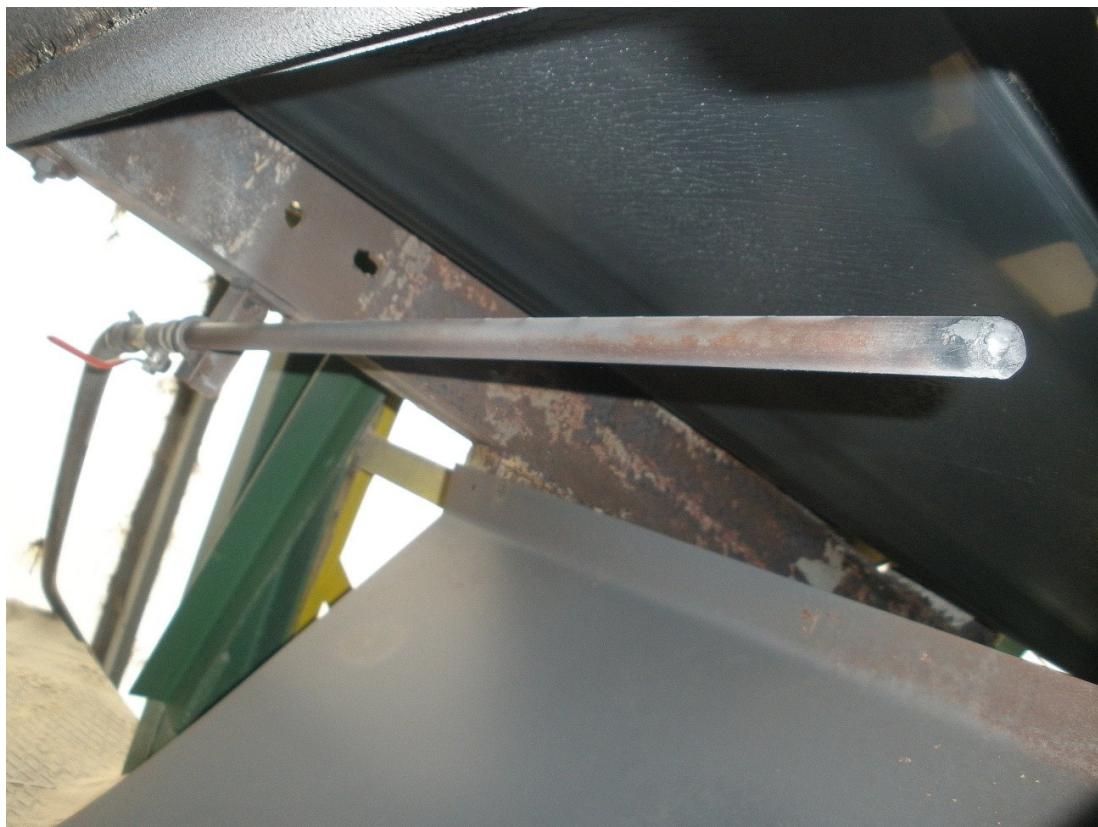


***Obr. 5.35 Dopravní pás s trhlinkami a zbytky písku***

Tato skutečnost dělala obsluze velký problém. Zaprvé se na provoze zvyšovala prašnost a úměrně s ní také zhoršovaly pracovní podmínky, a zadruhé se v místech napínání pásu z těchto trhlinek písek uvolňoval a způsoboval problém s hromaděním písku, který bylo třeba každý den ručně odstraňovat.

Proto jsem navrhnul umístit za výsypku pásu shrnovač písku tlakovým vzduchem. Zařízení funguje tak, že pod dopravní pás byl umístěn přívod tlakového vzduchu, jehož pomocí je písek vyháněn z trhlinek pásu do zásobníku. Zde se tento písek shromažďuje s dopravovaným pískem a odpadá tak nutnost ručního čištění prostoru pod dopravníkem obsluhou zařízení, což zdržovalo obsluhu od práce. Jedná se o trysku s přívodem tlakového vzduchu, který si obsluha sama nastavuje dle aktuální potřeby kulovým kohoutem.





***Obr. 5.36** Shrnovač písku tlakovým vzduchem*



***Obr. 5.37** Označení místa kde docházelo k hromadění písku pod pásem*



***Obr. 5.38 Detail shrnovače***

Tento problém však bude vyřešen pouze částečně, jelikož pás se bude dále rychle opotřebovávat a bude nutná jeho častá výměna. Proto bych doporučil pás za fluidní sušičkou vyměnit za pryžový tepluvzdorný pás typu T1, který je konstruován pro teplotu dopravovaného materiálu až 100°C a krátkodobě až do 120°C. Tento pás je však o něco dražší než stávající, nicméně životnost tepluvzdorného pásu mnohonásobně převyšuje životnost pásu stávajícího.



## 6. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Při měření jsem narazil na přehřívající se ložisko, jehož teplota se pohybovala až kolem 90°C. Myslím si, že přehřátí ložiska mohla způsobit velká síla napínání pásu a malá styčná plocha mezi hřídelí a ložiskem. Tření zahřívalo ložisko až na naměřenou teplotu. Jelikož nevím, jak dlouho už ložisko v takovém stavu pracovalo, doporučil jsem výměnu ložiska s následným přeměřením. Po výměně ložiska se teplota pohybovala okolo 25°C což je normální provozní stav. Domnívám se, že pokud by se na tuto vadu nepřišlo, mohlo by se ložisko dále zahřívat až do následného zadření ložiska, což by způsobilo zastavení pásu a tedy i celé výrobní linky. Při dalším měření jsem pak ještě narazil na dopravní pás zasypaný pískem, a také na zaprášené a tudíž mírně se zahřívající elektromotory. Doporučil bych obsluze těchto zařízení, aby dbala na čistotu elektromotorů a odstraňovala nahromaděný písek pod pásovými dopravníky, jelikož zahřívání zasypaného pásu by mohlo vést k zahřátí na takovou teplotu, při které by se pás vznítil. Následný požár by opět zastavil celou výrobní linku a finanční ztráta by byla z důvodu výměny pásu a výrobních ztrát ještě mnohem větší. Dalším problémem byly trhlinky na pásovém dopravníku za fluidní sušičkou způsobené vysokou výstupní teplotou ze sušičky. Navrhnul jsem proto shrnovač písku tlakovým vzduchem, který zamezil hromadění písku v místě napínání pásu. Jako trvalejší a také ekonomičtější řešení bych zvolil výměnu stávajícího pásu za tepluvzdorný.

Závěrem jsem pro zajímavost vypočítal možné přínosy této diagnostiky pro firmu:

Podklady pro tento výpočet jsem získal sledováním výměny vadného ložiska, na kterém 3 hodiny pracovalo 5 pracovníků údržby. Výměna ložiska tedy trvala při přepočtu na jednoho pracovníka celkově 15 hodin. Pokud by došlo k poruše a odstavení linky z provozu, byl by prostoj pro samotnou práci 3h za předpokladu, že náhradní ložisko by bylo na skladě. Pokud by však na skladě toto ložisko nebylo, objednání náhradních dílů by trvalo 24h.



Náklady na opravu	
Materiál na opravu	1846kč
Práce	4800kč
$\Sigma$	6646kč

**Tab. 6.1** Náklady na opravu ložiska

Produkce linky je 70 000 Kč za hodinu, pokud tedy předpokládáme, že by ložisko bylo na skladě, potom by ztráty při 3h opravě linky byly pouze 210 000 Kč, v opačném případě by se náklady navýšily podle aktuálního provozu linky (firma Slévárny a.s. upravuje svůj provoz podle aktuálního množství zakázek) až na 1 680 000 v případě nepřetržitého provozu.

„Ušlý zisk“ při produkci linky 70 000 kč/h				
Čas	3 h (Ložisko skladě)	8 h na (Jednosměnný provoz)	16 h (Dvousměnný provoz)	24 h (Třisměnný provoz)
Ztráta	210 000 Kč	560 000 Kč	1 120 000 Kč	1 680 000 Kč

**Tab. 6.2** Provozní ztráty při opravě ložiska

Podobný průběh by měl i spálený elektromotor nebo přetržený dopravní pás.

## 7. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provádění technické termodiagnostiky pomocí termovizního přístroje od firmy Fluke TiS na dopravních pásech pro přepravu formovací bentonitové směsi. Mým úkolem bylo zmapovat stav strojních zařízení a výsledky dále zpracovat v programu od firmy Fluke – SmartView.

Diagnostika jako nástroj preventivní údržby je důležitá v každé firmě. Především však v takových firmách, kde je větší množství výrobních linek nebo tam, kde je kladen důraz na nepřetržitost provozu a případné zastavení linky z důvodu poruchy by způsobilo firmě velké finanční ztráty.

Začátek mé práce přibližuje společnost Slévárny Třinec a.s. Následuje stručné vysvětlení termodiagnostiky a popis termokamery. Posléze jsem se věnoval stručnému popisu zařízení, na kterých bylo prováděno měření a nakonec jsem se zabýval samotným měřením a vyhodnocováním výsledků.

Je zřejmé, že diagnostika a oprava před případnou poruchou může stát firmu částku v řádech tisíců, kdežto při poruše a následných prostojích může firma ztratit statisíce nebo až milióny korun.

Myslím si, že termokamera je v podniku využívána a že se již firmě tato investice vrátila díky prediktivní údržbě. Pro mě osobně byla tato práce velkou zkušeností a určitě obohacením pro mé další působení v podniku. Uvedením návrhů popsaných v této práci do praxe se zlepšila efektivnost výroby na daném zařízení a byly tak ušetřeny finance, které by byla firma nucena vydat na budoucí nákladnou opravu.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HELEBRANT, F., V. MONI a J. BLATA: *Studijní podklady – termografie*.  
1. Vydání, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 2010, 69s.
- [2] BOBOK, J.: *Konstrukce a spojování dopravních pásů*. [online] 2015, 21s., roč.10, č.1, [cit.2015-05-12]. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/38\\_2015/Bobok.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/38_2015/Bobok.pdf)
- [3] VVV MOST. Magnetický bubnový separátor. *Vvvmost.cz* [online] [cit.2015-05-12] Dostupné z: <http://vvvmost.cz/magneticky-bubnovy-separator-mbs/#>
- [4] SLÉVÁRNÝ TŘINEC a.s.. Historie společnosti. *Slevarny.trz.cz* [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.slevarny.trz.cz/index.htm>
- [5] OPRAMACOM, Termovize. *Infrared.cz* [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.infrared.cz/Technologie/Termovize/>
- [6] VERVA-TECH s.r.o.. Pásové dopravníky. *Verva-tech.cz* [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: [http://www.verva-tech.cz/produkty/pasove-dopravniky\\_2/](http://www.verva-tech.cz/produkty/pasove-dopravniky_2/)
- [7] TSISYSTEM. Ruční a systémové termokamery. *Tsisystem.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.tsisystem.cz/produkty/rucni-a-systemove-termokamery--66#>
- [8] TERMOVIZE. Termovize ve stavebnictví. *Termovize.com*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.termovize.com/termovize-ve-stavebnictvi>
- [9] FLUKE®. Fluke TiS Thermal Imaging Scanner. *Fluke.com*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.fluke.com/fluke/czcs/termokamery/fluke-tis.htm?PID=70127>
- [10] NAZELENO. Termovize: Cena, využití a k čemu se hodí. *Nazeleno.cz* [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace-2/termovize-cena-vyuziti-a-k-cemu-se-hodi.aspx>

[11] EMKOR. Technická diagnostika – Vibrační diagnostika. *Emkor.cz* [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.emkor.cz/technicka-diagnostika.html>

[12] TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA KOMPONENT. Základní technické parametry termovizního systému. *Tediko.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.tediko.cz/index.php?sub=04cz&lang=cz&p=0407cz>

[13] ELMONT GROUP a.s.. Diagnostika termovizí. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: *Elmontgroup.cz* <http://www.elmontgroup.cz/sluzby/diagnostika-termovizi>

[14] TEPLoměRY A Měření teploty. Teploměry – celkový přehled. *E-pristroje.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.e-pristroje.cz/teplomery.html#>

[15] TERMOGRAM. Ceník termovizních služeb. *Termogram.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: [http://www.termogram.cz/cenik\\_termoviznich\\_sluzeb](http://www.termogram.cz/cenik_termoviznich_sluzeb)

[16] STROJÍRNY PODZIMEK s.r.o.. Polygonové síto. *Podzimek.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: [http://machinery.podzimek.cz/galerie/prospekty/V011\\_polygonove\\_sito.pdf](http://machinery.podzimek.cz/galerie/prospekty/V011_polygonove_sito.pdf)

[17] LYČKOVÁ, B., P.FEČKO A R.KUČEROVÁ: Multimediální učební texty zaměřené na problematiku zpracování kalů. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Bara/postupy.html>

[18] SAND TEAM spol. s.r.o.. Vibračně fluidní chladničky. *Sandteam.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.sandteam.cz/nase-sluzby/fluidni-chladnicky>

[19] SPIDO. Šnekové dopravníky. *Spido.cz*. [online] [cit.2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.spido.cz/snek.html>

[20] LENHARD et al.. Infrared Thermography. Patent No. 6881584 B1. Unated States. G01N 25/20. 2005-04-19. Dostupné také z: <http://www.freepatentsonline.com/6881584.pdf>

[21] PAINTER, F.M.: *Pierce results system*. 1998. Updated 2015-05-14. [cit.2015-05-17] Dostupné z: <http://www.chiro.org/ChiroZine/pierce.shtml>

[22] Interní materiály společnosti Slévárny Třinec, a.s.

[23] CMIRAL-DVORAK. Elevatory. *Cmiral-dvorak.cz*. [online] [cit.2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.cmiral-dvorak.cz/dopravniky/elevatory>

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval společnosti Slévárny Třinec, a.s., díky které mohla tato diplomová práce vzniknout. Zejména bych pak chtěl poděkovat panu Ing. Zbyňku Bojkovi za jeho vstřícný a trpělivý postoj při zhotovování této práce. Nakonec bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Blatovi Ph.D. za jeho cenné rady a připomínky.